



Rancang bangun mesin extruder plastik

Runo Nurzaman^{1*}, Viktor Naubnome², Iman Dirja³

^{1,2,3} Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS. Ronggo Waluyo, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat, Indonesia - 41361

A R T I C L E

A B S T R A C T

I N F O

Keywords:

Plastic extruder machine
Machine design
Gearbox planning
Pulley and V-belt design
Cost-effective design

This research explores the potential of a plastic extruder machine as a solution to address plastic waste by utilizing high temperatures to melt and form plastic blocks. The machine aims to determine the optimal temperature for the production of plastic pellets. Despite initially producing plastic liquid, the machine is expected to effectively reduce plastic waste. The machine specifications involve an electric motor, gearbox, melting furnace, intake, melting spiral, output, pulley, and V-belt. Analysis of electric motor planning determines the required power. Gearbox planning involves gearbox ratio and required torque. Planning for pulleys and V-belts is conducted to transmit power from the motor to the machine's drive system. Planning for shafts and bearings was also carried out. The plastic extruder machine holds promise as a significant solution for plastic waste recycling. The manufacturing cost of the machine is found to be Rp17,349,350 and can be further reduced with a more optimal design. Recommendations for future research include enhancing detailed analysis and utilizing a richer set of references.

Pendahuluan

Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik atau semi sintetik. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan kualitas plastik. Ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik dapat dibentuk menjadi film atau fiber sintetik. Plastik didesain dengan variasi yang sangat banyak dalam properti yang dapat

menoleransi panas, keras, ketahanan, dan lain-lain. Konsumsi berlebih terhadap plastik, pun mengakibatkan jumlah sampah plastik yang besar. Karena bukan berasal dari senyawa biologis, plastik memiliki sifat sulit terdegradasi (non-biodegradable). Plastik diperkirakan membutuhkan waktu 100 hingga 500 tahun hingga dapat terdekomposisi (terurai) dengan sempurna. Sampah

*Corresponding author: runo18112000@gmail.com

DOI: <https://10.24127/armatur.v5i1.5090>

Received 14 Desember 2023; Received in revised form 20 March 2024 ; Accepted 20 March 2024

Available online 22 March 2024

kantong plastic dapat mencemari tanah, air, laut, bahkan udara.[1]

Tidak dapat dipungkiri bahwa sampah plastik dapat menjadi unsur tersulit diuraikan, namun dengan adanya alat ini (Extruder plastik), sekurang-kurangnya dapat mengurangi limbah plastik yang ada, dengan memanfaatkan suhu panas yang ditimbulkan alat ini melelehkan plastik untuk selanjutnya di proses pada mesin lain yang akan menjadikan plastik cair tersebut menjadi balok plastik yang dapat menjadi inovasi baru dalam dunia arsitektur. Dengan adanya mesin ini membuat limbah plastik bisa diatasi meski belum banyak berpengaruh. Pada penelitian ini penulis ingin mengetahui rancang bangun dari mesin extruder plastik.[2]

Mesin Extruder Plastik

Mesin extruder adalah alat pendaurlangan sampah plastik menjadi biji plastik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu optimal pada proses pembuatan biji plastik menggunakan mesin extruder sehingga dapat menghasilkan biji plastik yang sesuai. Namun pada Penelitian yang dilakukan oleh penulis pada mesin extruder tidak menghasilkan biji plastik, tetapi menghasilkan cairan plastik.

Proses Input

Pada proses ini bahan baku akan dimasukan kedalam mesin extruder dengan cara manual setelah melewati beberapa tahapan seperti pengayakan, dan pembersihan dari kotoran yang menempel pada bahan baku. lalu setelah bahan baku masuk kedalam mesin, proses selanjutnya bahan baku akan didorong oleh spiral dalam tabung pertama untuk selanjutnya akan jatuh kedalam tabung atau intake kedua yang mana dalam proses ini adalah proses peleburan.

Proses Peleburan

Pada tahap ini bahan baku yang telah masuk melalui intake akan masuk

kebagian peleburan, yang mana bagian ini berisi tungku pembakaran dan spiral pendorong, selain itu didalam tungku ini sendiri terdapat heater electric yang dapat melelehkan atau meleburkan plastik yang masuk melalui intake, dalam pelaksanaanya heater electric ini menggunakan sistem perpindahan panas konduksi yang mana pemindahan panasnya tidak langsung terhadap material yang ada dalam hal ini adalah plastik itu sendiri, heater electric ini bekerja di rentang suhu 80- 100° C. Sedangkan titik lebur dari plastik berkisar 105-110°C yang mana suhu tersebut sangat jauh dari kata efektif dan mengakibatkan kecacatan pada sistem kerja selanjutnya. Karena kegagalan suhu tersebut juga membuat alat atau mesin extruder plastik ini harus dirancang ulang.

Proses Output

Pada proses ini bahan baku yang telah menjadi cair akan keluar melalui lubang output yang berukuran 1 inc, plastik cair yang telah keluar akan di cetak lalu didinginkan.

Motor Listrik

Dengan spesifikasi pada motor listrik yang digunakan adalah 5,2 HP dan konsumsi listrik berada pada 4.994 W.

Gearbox

gearbox yang digunakan pada mesin ini memiliki rasio 1:10.

Tungku Pelebur

Pada bagian ini mesin extruder dibekali dengan tungku pelebur berdiameter, 600×600×1200 mm, serta jenis perpindahan kalornya adalah konduksi yang mana cara kerjanya sama dengan teko listrik. dengan suhu maksimal hanya berada pada angka 100°C.

Intake

Untuk bagian ini memiliki posisi dibagian atas yang mana bagian ini akan

menjadi mulut atau lubang pertama yang menerima bahan baku berupa plastik, setelahnya bahan baku akan masuk dan di dorong oleh spiral agar bahan baku bisa bergerak maju, dengan ukuran pada intake 25×4cm, lalu untuk bagian tabung atau poros spiral sendiri berukuran 4,8×18,1 inci.

Spiral Pelebur

Pada bagian ini sebenarnya memiliki posisi yang menyatu dibagian tungku pelebur namun karena memiliki fungsi yang berbeda dengan tungku pelebur maka penulis membaginya berbeda variabel, dengan ukuran diameter spiral adalah, 5,9×24,8 inc.[1]

Output

Bagian ini adalah komponen akhir yang mana plastik cair akan keluar dari bagian ini dan akan berbentuk cairan. dengan diameter output sebesar 1 inci.

Pullay

Bagian ini berguna untuk mentransfer daya dari motor listrik menuju gearbox serta dari gearbox menuju spiral pelebur, serta digunakan 3 pullay untuk mentransfer daya tersebut ke mesin pelebur. Dengan spesifikasi sebagai berikut: Pulley mesin listrik 3,9 inc, Pulley Gearbox in 20,5 inc, Pulley Gearbox out 11,5 inc.

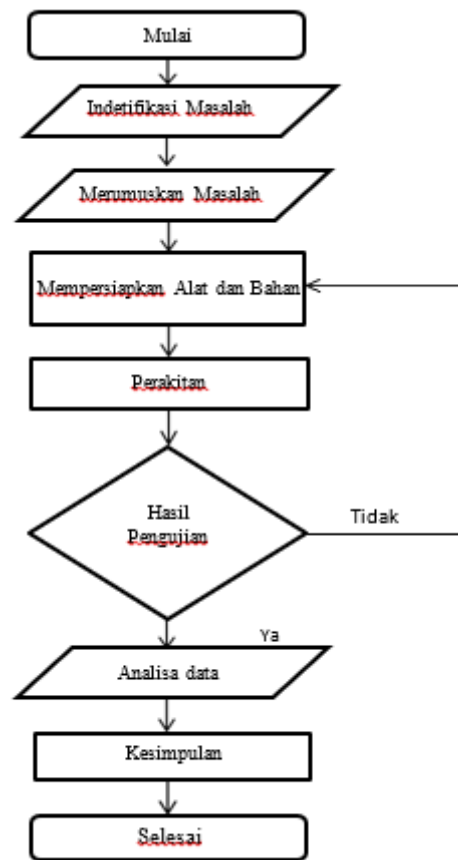
V-Belt

Dalam pembuatan mesin ini dibutuhkan adanya V-belt yang berfungsi sebagai pengantar daya dari mesin ke sistem penggerak, v-belt tipe N1 dengan lebar penampang 16mm dan 32 panjang 1.030mm digunakan untuk penghantar daya dari motor penggerak ke gear box ratio.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus, dengan mengamati cara kerja mesin serta menganalisa apa kekurangan yang dimiliki

mesin agar dapat menyimpulkan suhu optimal pada mesin extruder plastik.



Gambar 1 Flowchart Kerja praktik

Hasil dan Pembahasan

Motor Listrik

Pada perencanaan motor listrik ini bertujuan untuk menentukan spesifikasi motor listrik yang digunakan harus seperti apa, dengan pertimbangan tersebut didapatkan rumus seperti berikut:

$$P = Q \times H$$

$$P = 19,02 \times 150$$

$$P = 2,8 \text{ kW}$$

Di mana:

P adalah daya motor yang dibutuhkan (dalam kilowatt, kW)

Q adalah kapasitas produksi mesin (dalam kilogram per jam, kg/h)

H adalah energi spesifik yang diperlukan untuk melelehkan satu kilogram plastik (dalam kilojoule per kilogram, kJ/kg).

Gearbox

Untuk mendapatkan perencanaan gearbox pada mesin peleleh plastik, Anda perlu mempertimbangkan beberapa faktor seperti torsi yang diperlukan, rasio gearbox, dan kecepatan putar motor. Berikut adalah rumus dasar yang dapat Anda gunakan sebagai panduan:

$$N_{\text{motor}} = N_{\text{gearbox}} / R$$

$$1435 = N_{\text{gr}} / 1:10$$

$$N_{\text{gr}} = 1435 \times 0,1 \quad N_{\text{gearbox}} = 143,5$$

Di mana:

N_{motor} adalah kecepatan putar motor (dalam putaran per menit, RPM)

N_{gearbox} adalah kecepatan putar gearbox (dalam putaran per menit, RPM)

R adalah rasio gearbox

Torsi yang diperlukan pada gearbox dapat dihitung dengan rumus:

$$T_{\text{gearbox}} = T_{\text{motor}} \times R$$

$$T_{\text{gearbox}} = 2,3 \text{ Nm} \times 1:10$$

$$T_{\text{gearbox}} = 0,23 \text{ Nm}$$

Di mana:

T_{gearbox} adalah torsi yang diperlukan pada gearbox (dalam Newton meter, Nm)

T_{motor} adalah torsi yang dihasilkan oleh motor (dalam Newton meter, Nm)

R adalah rasio gearbox.

Pulley

Untuk melakukan perencanaan pulley pada mesin peleleh plastik, Anda perlu mempertimbangkan kecepatan putar motor, kecepatan yang diinginkan untuk sistem pengaduk, serta perbandingan pulley yang tepat. Berikut adalah rumus dasar yang dapat Anda gunakan sebagai panduan:

$$N_{\text{motor}} = N_{\text{pulley}} / D_{\text{pulley}}$$

1) Pulley kecil

$$1435 = N_{\text{pulley}} / 9,9 \text{ cm}$$

$$N_{\text{Pulley}} = 1435 / 9,9 \text{ cm}$$

$$N_{\text{Pulley}} = 14.206,9 \text{ Rpm}$$

2) Gearbox In

$$1435 = N_{\text{pulley}} / 52,07$$

$$N_{\text{pulley}} = 1435 / 52,07$$

$$N_{\text{Pulley}} = 74.720,45 \text{ Rpm}$$

3) Gearbox out

$$1435 = N_{\text{pulley}} / 29,21$$

$$N_{\text{pulley}} = 1435 / 29,21$$

$$N_{\text{Pulley}} = 41.916,35 \text{ Rpm}$$

Di mana:

N_{motor} adalah kecepatan putar motor (dalam putaran per menit, RPM)

N_{pulley} adalah kecepatan putar pulley yang dihubungkan dengan sistem pengaduk (dalam putaran per menit, RPM)

D_{pulley} adalah diameter pulley yang dihubungkan dengan sistem pengaduk (dalam satuan yang sama dengan diameter).

V-Belt

Untuk melakukan perencanaan V-belt pada mesin peleleh plastik, Anda perlu mempertimbangkan daya yang dibutuhkan, kecepatan putar, dan torsi yang dihasilkan oleh motor. Berikut adalah rumus dasar yang dapat Anda gunakan sebagai panduan:

$$T = (P \times 1000) / (N \times K)$$

$$T = (5,2 \times 1000) / (1435 \times 9,81)$$

$$T = (5200) / (14,07)$$

$$T = 369,5$$

Di mana:

T = adalah torsi yang dihasilkan oleh motor (dalam Newton meter, Nm)

P = adalah daya motor (dalam kilowatt, kW)

N = adalah kecepatan putar motor (dalam putaran per menit, RPM)

K = adalah faktor konversi.

Poros

Rumus umum yang sering digunakan untuk perencanaan poros pada mesin peleleh plastik adalah rumus kekuatan torsi (torsional strength). Rumus ini mempertimbangkan beban torsi yang akan diberikan pada poros dan memastikan poros memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban tersebut. Berikut adalah rumus umum untuk perencanaan poros:

Menghitung momen torsi (T):

$$T = (P \times 60) / (2\pi \times N)$$

$$T = (2,8 \times 60) / (360 \times 143,5)$$

$$T = 168/901,7$$

$$T = 5,3 \text{ Nm}$$

Dimana:

P adalah daya (dalam kilowatt) yang diterapkan pada poros.

N adalah kecepatan rotasi (dalam putaran per menit) poros.

Menghitung diameter poros yang diperlukan (d):

$$d = (\sqrt[3]{((16 \times T) / (\pi \times S \times n))})^{1/3}$$

$$d = (\sqrt[3]{((16 \times 5,3) / (3,14 \times 10 \times 1,5))})^{1/3}$$

$$d = (\sqrt[3]{((84,8) / (47,1))})^{1/3}$$

$$d = (\sqrt[3]{((84,8) / (47,1))})^{1/3} d=0,4$$

Dimana:

T adalah momen torsi yang dihitung pada langkah sebelumnya.

S adalah tegangan izin (allowable stress) material poros.

n adalah faktor keamanan (safety factor) yang digunakan, biasanya antara 1,5 hingga 2,5.

Bearing

Pada Perencanaan Bearing ini digunakan Bearing pillow block karena mesin yang dibuat memerlukan poros yang ditopang oleh bearing yang di pasangkan di rangka mesin.

Rencana Anggaran Biaya

No	Jenis	Satuan	Jumlah	Harga Estimasi
1	Motor Listrik	Rp5.000.000	1	Rp5.000.000
2	Gearbox	Rp4.400.000	1	Rp4.400.000
3	Tungku Pelebur elektrik	Rp4.500.000	1	Rp4.500.000
4	Pulley	Rp80.000	3	Rp240.000
5	Poros	Rp10.000	1,5	Rp15.000

		0		
6	V-belt	Rp30.000	1	Rp30.000
7	Plat Besi untuk Spiral	Rp42.900	1,5	Rp64.350
8	Box panel	Rp370.000	1	Rp370.000
9	sensor suhu	Rp20.000	1	Rp20.000
10	LCD penunjang suhu	Rp10.000	1	Rp10.000
11	Kabel dan instalasi lain	Rp50.000	1	Rp50.000
12	Baut dan mur	Rp150.000	1	Rp150.000
13	Biaya pekerjaa n	Rp500.000	1	Rp500.000
14	Biaya lain-lain	Rp2.000.000	1	Rp2.000.000
Total				Rp17.349.350

Kesimpulan

Setelah dilakukan pembahasan dan analisa tentang rancangan mesin extruder plastik berdasarkan hasilnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

Mesin extruder plastik ini memiliki manfaat yang sangat baik dibidang daur ulang sampah plastik, yang mana output dari alat ini menghasilkan plastik cair untuk dijadikan “bata” berbahan plastik. Mesin ini adalah solusi dari begitu banyaknya sampah plastik yang ada di

Indonesia dan memberikan solusi pengurangan tanah liat untuk pembuatan bangunan.

Mesin extruder plastik ini dapat dibuat dengan biaya yang masih sangat relevan jika pengerjaan dilakukan sesuai dengan perancangan yang mana biaya pembuatan mesin extruder plastik ini adalah Rp. 17.349.350 dan masih bisa diperkecil dengan menggunakan perancangan daya motor yang sesuai.

Saran

1. Untuk kegiatan penelitian selanjutnya diharapkan lebih detail dalam melakukan analisa terhadap mesin yang dirancang dengan menggunakan metode-metode yang sesuai dengan apa yang dicari.
2. Kurangnya referensi baik dari buku, jurnal, atau media lainnya. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya lebih banyak menggunakan referensi

Referensi

- [1] Hendrastianto, Z. A. (2019). Plastik: Pengertian, Sejarah, Jenis, Proses Pembuatan, dan Bahan Baku. *Retrieved from ForesterAct: <https://foresteract.com/plastik/2>*.
- [2] Swawikanti, Kenya. (2022). Cara Daur Ulang Sampah dengan Teknik Reduce, Reuse, dan Recycle. diakses pada 2 Juli 2022, dari <https://www.ruangguru.com/blog/biologi-kelas-10-proses-daur-ulang>
- [3] Stamou, Indri. (2022). Mengenal Lebih Jauh Tentang Plastik LDPE. Diakses pada 3 Juli 2022, dari <https://id.linkedin.com/pulse/mengenal-lebih-jauh-tentang-plastik-ldpe-chandra-tanuwijaya>
- [4] Khafidh, M. (2020). Pengaruh Suhu dan Jenis Plastik dalam Pembuatan Biji Plastik pada Mesin Extruder.
- [5] Dharmawan, Harsokusoemo. (2000). Pengantar Perancangan Teknik. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi
- [6] Flin R.A. and P.K. Trojan. 1975. Engineering Materials and Their Applications. HonhTonMifflinCo .Boston.
- [7] Sularso, dan Kiyokatsu Suga. 1991. Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- [8] Kurniawan, Singgih. 2013. Cara Kerja *Induction Heater* pada mesin *Extruder*. Makalah Kerja Praktek. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- [9] Kautsar, A. A. Rancang Bangun *Archimedean Screw* Mesin *Extrusion Blow Molding*.
- [10] Muhib Zainuri Ach, ST. 2006. Mesin Pemindah Bahan (Material Handling Equipment), Edisi Pertama. CV.Andi Offset. Yogyakarta.